

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. Februar 2005 (10.02.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

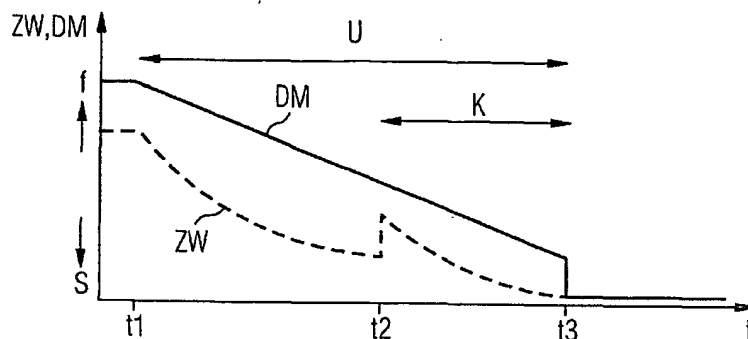
WO 2005/012712 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02D 41/30, 41/12, F02P 5/15, F02D 37/02, 41/40 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WEISS, Frank [DE/DE]; Igelbergweg 5, 93080 Pentling/Grasslfing (DE). ZHANG, Hong [DE/DE]; Spitzweg Strasse 16, 93105 Tegernheim (DE).
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/050572
(22) Internationales Anmeldedatum: 21. April 2004 (21.04.2004) (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
(30) Angaben zur Priorität: 10334401.2 28. Juli 2003 (28.07.2003) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING THE TRANSITION BETWEEN NORMAL OPERATION AND OVERRUN FUEL CUT-OFF OPERATION OF AN OTTO ENGINE OPERATED WITH DIRECT FUEL INJECTION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG DES ÜBERGANGS ZWISCHEN DEM NORMALBETRIEB UND DEM BETRIEB MIT SCHUBABSCHALTUNG EINES MIT KRAFTSTOFF-DIREKTEINSPRITZUNG BETRIEBENEN OTTOMOTORS



(57) Abstract: The problem during overrun fuel cut-off operation, i.e. cut-off of fuel injection during trailing throttle conditions of the vehicle, is that the transition entails an undue torque jump, resulting in the smooth operation of the engine and the driving comfort of the passengers of the vehicle being affected. The aim of the invention is to reduce the torque jump. Said aim is achieved by injecting fuel into a cylinder of the Otto engine in a multiple injection process, at least a partial quantity of the fuel that is to be injected being injected during the compression phase, whereby the quantity of air that is taken in advantageously decreases because no internal cooling takes place while the efficiency is advantageously reduced due to the lesser degree of swirling, resulting in lower torque. Overall, torque (DM) is reduced to a significantly greater extent than by merely adjusting the spark angle (ZW) while smooth operation of the Otto engine is not affected.

(57) Zusammenfassung: Bei dem Betrieb mit Schubabschaltung, das heißt bei der Abschaltung der Kraftstoffeinspritzung im Schubbetrieb des Fahrzeugs, tritt das Problem auf, dass der Übergang mit einem unzulässigen Drehmomentensprung verbunden ist. Dadurch wird die Laufruhe des Motors und der Fahrkomfort für die Insassen des Fahrzeugs beeinträchtigt. Zur Reduzierung des Drehmomentensprungs wird vorgeschlagen, dass Kraftstoff in Form einer Mehrfacheinspritzung in einen Zylinder des Ottomotors

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/012712 A1



PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

eingespritzt wird, wobei wenigstens eine Teilmenge des einzuspritzenden Kraftstoffs in der Kompressionsphase eingespritzt wird. Dadurch wird in vorteilhafterweise einerseits die angesaugte Luftmasse wegen der fehlenden Innenkühlung verringert und andererseits wegen der schlechteren Verwirbelung der Wirkungsgrad reduziert, so dass sich ein geringeres Drehmoment ausbildet. insgesamt ergibt sich dadurch eine wesentlich weitergehende Drehmomentenreduzierung (DM) wenn nur der Zündwinkel (ZW) verstellt würde, ohne die Laufruhe des Ottomotors zu beeinträchtigen.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung des Übergangs zwischen dem Normalbetrieb und dem Betrieb mit Schubabschaltung
5 eines mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Ottomotors

Die Erfindung geht von einem Verfahren beziehungsweise von einer Vorrichtung nach dem Oberbegriff der nebengeordneten
10 Ansprüche 1 und 10 aus, mit der der Übergang zwischen einem Normalbetrieb und einem Betrieb mit Schubabschaltung bei einem mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Ottomotor steuerbar ist. Beim Umschalten vom Normalbetrieb auf den Betrieb mit Schubabschaltung entsteht zwangsläufig ein Drehmomentensprung, der einen unrunder Lauf des Ottomotors beziehungsweise ein unerwünschtes Ruckeln des Fahrzeugs nach sich
15 ziehen kann. Die Vorteile, die per se durch die Schubabschaltung entstehen, beispielsweise eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs, verbesserte Bremswirkung des Motors, geringere Lärmemissionen, müssen mit einer Verschlechterung des Fahrkomforts erkaufte werden. Das gleiche Problem entsteht, wenn nach dem Betrieb mit Schubabschaltung der normale Fahrbetrieb des Fahrzeugs wieder aufgenommen werden soll und der Ottomotor wieder ein gewünschtes Drehmoment erzeugen und an
20 das Fahrzeug abgeben soll.

Zur Reduzierung dieses unerwünschten beziehungsweise zulässigen Drehmomentensprungs, der durch das Abschalten der Kraftstoffeinspritzung im Schubbetrieb entsteht, wurden schon verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen. Beispielsweise wurde bei
30 älteren Motoren der Übergang nicht gesteuert, d.h. es wurde im Schubbetrieb die Kraftstoffeinspritzung einfach unterbunden.

35 Eine bekannte und relativ wirkungsvolle Maßnahme gegen den Drehmomentensprung beim Übergang auf die Schubabschaltung besteht darin, den Zündwinkel so weit in Richtung Spätzündung

zu verstellen, dass die Verbrennung des Kraftstoff-Luftgemisches im Zylinder des Ottomotors noch zuverlässig gewährleistet ist. Der Kraftstoff wird dabei weiterhin bis zur Umschaltung in den Schubbetrieb während der Ansaugphase des Ottomotors eingespritzt. Dadurch resultiert ein reduziertes Drehmoment, da das Kraftstoff-Luftgemisch in der Spätzündungsphase nicht mehr seine volle Leistung entfalten kann. In vielen Fällen reicht diese Reduzierung allerdings nicht aus, um einen sanften Übergang in die Schubabschaltung zu erreichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren beziehungsweise eine Vorrichtung zu schaffen, mit dem bzw. bei der eine deutlich größere Reduzierung des Drehmomentensprungs erzielt werden kann. Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche 1 und 10 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren beziehungsweise der Vorrichtung zur Steuerung des Übergangs zwischen dem Normalbetrieb und der Schubabschaltung bei einem mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Ottomotor mit den kennzeichnenden Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche 1 und 10 ergibt sich der Vorteil, dass die Drehmomentenreduzierung wesentlich stärker ausgebildet ist, als wenn nur der Zündwinkel verstellt wird. Denn durch das Einspritzen wenigstens einer Teilmenge von Kraftstoff während der Kompressionsphase ergeben sich für die Drosselung des Drehmomentes drei günstige Effekte. Zum einen verringert sich durch die geringere Innenkühlung im Zylinder die angesaugte Luftmasse, weil ein Teil der eingespritzten Kraftstoffmenge zu dem Zeitpunkt eingespritzt wird, wenn die Ventile des Zylinders bereits geschlossen sind (Kompressionsphase). Des weiteren verschlechtert sich der Wirkungsgrad der Verbrennung, da bei der Einspritzung in der Kompressionsphase der im Zylinder befindliche Kraftstoff weniger stark verwirbelt wird. Schließlich hat sich durch Messungen in vorteilhafter Weise auch gezeigt, dass sich die Laufruhe des Ottomotors nicht ändert, wenn nach

der Einspritzung von Kraftstoff in der Kompressionsphase der Zündwinkel noch weiter in Richtung spät verstellt wird. Folglich kann der Zündwinkel noch weiter in Richtung Spätzündung verstellt werden, als dies bei der bekannten reinen Zündwinkelverstellung der Fall wäre. Als besonders vorteilhaft wird weiter angesehen, dass durch das erfindungsgemäße Verfahren beziehungsweise durch die Vorrichtung der Drehmomentensprung wesentlich besser reduziert werden kann, so dass die Vorteile der Schubabschaltung genutzt werden können, ohne dass der Fahrkomfort für die Insassen des Fahrzeugs durch den Drehmomentensprung beeinträchtigt wird.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in den nebengeordneten Ansprüchen 1 und 10 angegebenen Verfahrens beziehungsweise der Vorrichtung angegeben. Ein besonders einfach zu steuerndes Verfahren ergibt sich, wenn zunächst die angesaugte Luftmasse reduziert und danach der Zündwinkel auf einen für diesen Betrieb vorgegebenen ersten Minimalwert zurückgenommen wird, bei dem noch eine störungsfreie Verbrennung des Kraftstoff-Luftgemisches möglich ist. Dadurch ist sichergestellt, dass auch bei diesen ungünstigen Verhältnissen noch eine sichere Verbrennung des Kraftstoff-Luftgemisches gewährleistet ist und bei dieser Betriebsart noch ein gewisser Drehmomentenanteil erzeugt wird.

Nach Erreichen des minimalen Zündwinkels wird während der Kompressionsphase der Kraftstoff bei geschlossenen Ventilen in den Zylinder eingespritzt. Dieses erfolgt entgegen dem sonst üblichem Vorgehen, bei dem der Kraftstoff in der Ansaugphase, d.h. bei geöffneten Ventilen eingespritzt wird. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ergibt sich dadurch der Vorteil, dass der Zündwinkel noch weiter zurückgenommen werden kann, als diese bei der bekannten Zündwinkelverstellung gewesen wäre. Der Zündwinkel kann nun auf einen für die Mehrfacheinspritzung geltenden niedrigeren zweiten Minimalwert

zurückgenommen werden, da das Kraftstoff-Luftgemisch im Zylinder weiterhin brennfähig bleibt.

- 5 Erst nach Erreichen des zweiten Minimalwertes für den Zündwinkel kann die Kraftstoffeinspritzung abgeschaltet und auf den Betrieb mit Schubabschaltung umgeschaltet werden.

- 10 Beim Umschalten des Fahrzeugs vom Betrieb mit Schubabschaltung auf den Normalbetrieb wird zunächst geprüft, ob es erforderlich ist, dass die Einspritzung durchgeführt wird. Wenn dies der Fall ist, wird der einzuspritzende Kraftstoff in der Kompressionsphase abgesetzt. Dadurch wird das Drehmoment langsam wieder aufgebaut und ein unerwünschter Drehmomentensprung vermieden.

- 15 Um den Übergang zum Normalbetrieb zu erleichtern, wird die anzusaugende Luftmasse vergrößert und der Zündwinkel in Richtung Frühzündung verstellt.

- 20 Wird ein vorgegebenes gewünschtes Drehmoment erreicht, dann kann auf die Kraftstoff-Einspritzung in der Ansaugphase umgeschaltet werden. Der Steuervorgang für die Umschaltung ist damit abgeschlossen.

- 25 Eine Weiterbildung der Vorrichtung ist, dass der Kraftstoff in Teilmengen, beispielsweise in zwei Teilmengen in der Ausgangsphase und in der Kompressionsphase abgesetzt werden kann. Dadurch kann auf einfache Weise eine Anpassung an unterschiedliche Motorvarianten oder Lastzuständen des Motors
30 durchgeführt werden. Das Verfahren ist daher universell anwendbar.

- Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher
35 erläutert.

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit einem ersten Diagramm für die Steuerung der Umschaltung vom Normalbetrieb in den Betrieb mit Schubabschaltung,

5 Figur 2 zeigt ein zweites Diagramm für die Steuerung der Umschaltung von dem Betrieb mit Schubabschaltung in den Normalbetrieb,

10 Figur 3 zeigt in schematischer Darstellung ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

Figur 4 zeigt ein Flussdiagramm, das den Übergang vom Normalbetrieb in den Betrieb mit Schubabschaltung veranschaulicht.

15

Das Diagramm in Figur 1 zeigt den schematischen Ablauf einer Umschaltung vom Normalbetrieb eines mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Ottomotors in den Betrieb mit Schubabschaltung. Bei dem Diagramm ist auf der x-Achse eine
20 Zeit t entsprechend dem Drehwinkel der Kurbelwelle aufgetragen, während auf der y-Achse das Drehmoment und der Zündwinkel aufgetragen sind. Nach oben ist die Frühzündung f und nach unten die Spätzündung s aufgetragen. Die Kurve DM zeigt den Verlauf des ermittelten Drehmomentes und die Kurve ZW
25 zeigt den Verlauf des aktuellen Zündwinkels während der Umschaltphase.

Im linken Teil des Diagramms wird der Ottomotor bis zum Zeitpunkt t_1 im Normalbetrieb betrieben. Entsprechend der Kurve
30 DM ist das abgegebene Drehmoment relativ hoch. Da das Drehmoment am Motor nicht direkt gemessen werden kann, wird es in der Regel auf rechnerischem Wege mit Hilfe eines Drehmomentenmodells geschätzt. Zur Bestimmung eines aktuellen Drehmomentes werden verschiedene Motor- und Betriebsparameter er-
35 fasst und in das Drehmomentenmodell eingegeben, beispielsweise eine Drehzahl, eine Gaspedalstellung, eine Drosselklappenstellung, der Zündwinkel, der Einspritzmodus, Temperatur,

Fahrzeuggeschwindigkeit usw. Das Drehmomentenmodell ist per se bekannt und muss daher nicht näher erläutert werden.

- Wie dem Diagramm weiter zu entnehmen ist, ist die Kurve für den Zündwinkel ZW bis zum Zeitpunkt t1 auf Frühzündung f gestellt. Die Verstellung der Zündung erfolgt in der Regel auf elektronischem Weg und basiert auf den Signalen eines Drehzahlsensors.
- Die Umschaltphase U in den Betrieb Schubabschalten beginnt ab dem Zeitpunkt t1 und endet zum Zeitpunkt t3. Die Kurven sind zum besseren Verständnis verzerrt dargestellt. Ab dem Zeitpunkt t1 wird durch Verstellen der Drosselklappe die Luftmasse im Zylinder auf einen minimalen Wert zurückgenommen und entsprechend der Zündwinkel ZW auf einen ersten Minimalwert in Richtung Spätzündung s verstellt. Der erste Minimalwert für den Zündwinkel ZW, bei dem noch eine zuverlässige Verbrennung des Kraftstoff-Luftgemisches gewährleistet ist, wird zum Zeitpunkt t2 erreicht. Daraufhin verringert sich das Drehmoment entsprechend der Kurve DM. Zum Zeitpunkt t2 beginnt die Einspritzung in der Kompressionsphase K, die bis zum Zeitpunkt t3 andauert. In dieser Zeitspanne t2-t3 wird nun die Kraftstoffeinspritzung nicht abgeschaltet, sondern wenigstens eine Teilmenge in der Kompressionsphase abgesetzt.
- Die Einspritzung kann in der Kompressionsphase, wenn die Ventile des Zylinders geschlossen sind, in einer Teilmenge, wobei die andere Teilmenge in der Ausgangsphase eingespritzt wird, oder alternativ komplett in einem Einspritzzyklus abgesetzt werden.
- Durch die Einspritzung in der Kompressionsphase reduziert sich das Drehmoment weiter, wie aus dem Verlauf der Kurve DM ersichtlich ist. Der Zündwinkel ZW wird kurzzeitig in Richtung früh verstellt und kann anschließend auf einen zweiten Minimalwert abgesenkt werden, der noch niedriger ist als der erste Minimalwert. Der zweite Minimalwert für den Zündwinkel ZW wird zum Zeitpunkt t3 erreicht. Jetzt ist das Drehmoment

soweit abgesenkt worden, dass in den Betrieb mit Schubabschaltung umgeschaltet werden kann, ohne dass die Laufruhe des Ottomotors spürbar beeinträchtigt wird. Es wurde somit ein wesentlich sanfterer Übergang zur Schubabschaltung erreicht.

Wird dem Motor wieder ein größeres Drehmoment abverlangt, dann wird in den Normalbetrieb zurückgeschaltet. Dieser Vorgang läuft in umgekehrter Weise ab und wird nachfolgend an Hand von Figur 2 näher erläutert.

Das Diagramm in Figur 2 ist entsprechend dem Diagramm der Figur 1 aufgebaut. Wie Figur 2 entnehmbar ist, beginnt die Rückschaltung in den Normalbetrieb ab dem Zeitpunkt t_1 . Anschließend folgt die Umschaltphase U bis um Zeitpunkt t_3 . Die Einspritzung in der Kompressionsphase K verläuft zwischen den beiden Zeitpunkten t_1 und t_2 .

Es ist vorgesehen, dass in Abhängigkeit von der aktuellen Betriebssituation zuvor eine Bewertung durchgeführt wird, ob eine Einspritzung von Kraftstoff in der Kompressionsphase auch bei der Rückschaltung in den Normalbetrieb erforderlich ist. Beispielsweise kann es sein, dass bei niedriger Drehzahl des Motors auf die Einspritzung in der Kompressionsphase verzichtet wird und dafür gleich in der Ansaugphase eingespritzt wird. Aus Verständnisgründen wird nachfolgend der Fall erläutert, wenn auch bei der Rückschaltung Kraftstoff in der Kompressionsphase K eingespritzt werden soll.

Gemäß Figur 2 sind bis zum Zeitpunkt t_1 die Zündung und die Einspritzung abgeschaltet. Danach wird der Zündwinkel bis zum Zeitpunkt t_2 in Richtung früh (Frühzündung f) verstellt. In dieser Kompressionsphase zwischen t_1 und t_2 erfolgt die Einspritzung von Kraftstoff in Teilmengen oder als Einzelimpuls, wie zuvor beschrieben wurde. Ab dem Zeitpunkt t_2 ist das Drehmoment DM soweit angestiegen, dass auf eine Einspritzung in der Ansaugphase umgeschaltet werden kann, wenn die Ventile

des Zylinders geöffnet sind. Der Zündwinkel ZW wird dann entsprechend der gestrichelt dargestellten Kurve in Richtung Frühzündung f verstellt. Ab dem Zeitpunkt t3 ist das Drehmoment wieder so weit angewachsen, dass ohne spürbare Beeinträchtigung der Laufruhe des Ottomotors der Normalbetrieb wieder aufgenommen werden kann.

Figur 3 zeigt in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Steuerung des Übergangs zwischen dem Normalbetrieb und dem Betrieb mit Schubabschaltung bei einem mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Ottomotor. Die Vorrichtung (Umschaltvorrichtung 10) weist eine Steuereinheit 11 auf, die mit einem entsprechenden Softwareprogramm steuerbar ist. Des weiteren ist die Steuereinheit 11 mit einem Programmspeicher 12 und einem Datenspeicher 13 ausgebildet. In dem Datenspeicher 13 ist beispielsweise ein Drehmomentenmodell gespeichert, mit dessen Hilfe das vom Motor gelieferte aktuelle Drehmoment geschätzt werden kann. Weitere Einheiten zum Beispiel zur Bestimmung der Drehzahl und des Drehwinkels der Kurbelwelle sind vorsehbar.

Die Steuereinheit 11 ist des weiteren vorzugsweise über einen Bus 19 (Daten- und Steuerbus) mit entsprechenden Sensoren oder Stellern verbunden, die an dem Ottomotor 20 angeordnet sind. Zum Beispiel ist eine Einrichtung zur Drehwinkelerfassung 15, ein Stellglied für eine Drosselklappenverstellung 16, ein Drehzahlsensor 17, ein oder mehrere Einspritzventile 18 usw. vorgesehen. Diese Einheiten sind üblicherweise ohnehin vorhanden, da sie ohnehin für das Steuerprogramm des Motormanagementsystems benötigt werden.

In alternativer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Steuerprogramm zur Steuerung des Übergangs zwischen dem Normalbetrieb in den Betrieb mit Schubabschaltung beziehungsweise umgekehrt beispielsweise als Unterprogramm im Managementsystem der Motorsteuerung enthalten ist. Dadurch kann

in vorteilhafter Weise auf zusätzliche Hardware verzichtet werden.

- Figur 4 zeigt in schematischer Darstellung ein Flussdiagramm, wie der Übergang vom Normalbetrieb in den Betrieb mit Schubabschaltung gesteuert wird. In Position 1 wird das Programm gestartet und nach Zurücknehmen der Luftmasse im Zylinder (Verstellung der Drosselklappe 16) der Zündwinkel in Richtung spät verstellt. In Position 3 wird abgefragt, ob der aktuelle Zündwinkel den vorgegebenen ersten Minimalwert für den Zündwinkel unterschreitet. Ist das (bei n) nicht der Fall, dann springt das Programm auf Position 2 zurück. Der Zündwinkel wird weiter zurückgenommen und die Abfrage in Position 3 erneut gestartet.
- Unterschreitet nun der Zündwinkel ZW den vorgegebenen ersten Minimalwert, dann springt das Programm auf Position 4. Jetzt beginnt die Kraftstoffeinspritzung in der Kompressionsphase, so dass der Zündwinkel nach einem kurzen Anstieg auf den zweiten vorgegebenen Minimalwert zurückgenommen werden kann. Dadurch sinkt das Drehmoment weiter ab, so dass schließlich ein sanfter Übergang zur Schubabschaltung erreicht wird. Nach dem Umschalten in den Betrieb mit Schubabschaltung ist diese Programmroutine beendet.
- Das Wiedereinsetzen aus der Schubabschaltung in den Normalbetrieb erfolgt prinzipiell in umgekehrter Reihenfolge. Zunächst wird geprüft, ob auf Grund der Drehmomentenanforderung überhaupt eine Kraftstoffeinspritzung in der Kompressionsphase erforderlich ist. Ist dies der Fall, dann wird zunächst wenigstens eine Teilmenge des Kraftstoffs in der Kompressionsphase abgesetzt. Dadurch steigt das Drehmoment soweit an, dass auf die komplette Einspritzung in der Ansaugphase umgeschaltet werden kann. Die Einspritzung kann nun auf den Normalbetrieb umgeschaltet werden, da ein sanfter Übergang zu erwarten ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Übergangs zwischen einem Normalbetrieb und einem Betrieb mit Schubabschaltung bei
5 einem mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Ottomotor (20), wobei zur Vermeidung eines unzulässigen Drehmomentensprungs, der bei der Schubabschaltung durch Abschalten der Kraftstoffeinspritzung entsteht, der Zündwinkel (ZW) in Richtung spät (s) verstellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur weiteren Reduzierung des Drehmomentensprungs Kraftstoff in Form einer Mehrfacheinspritzung in einen Zylinder des Ottomotors (20) eingespritzt wird, wobei wenigstens eine Teilmenge des einzuspritzenden Kraftstoffs während der Kompressionsphase abgesetzt
10 wird.
15
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zunächst die angesaugte Luftmasse reduziert und danach der Zündwinkel (ZW) auf einen für diesen Betrieb vorgegebenen ersten Minimalwert zurückgenommen wird, bei dem noch eine zuverlässige Verbrennung des Kraftstoff-Luftgemisches gewährleistet ist.
20
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Erreichen des ersten Minimalwertes für den Zündwinkel (ZW) die Teilmenge des einzuspritzenden Kraftstoffs während der Kompressionsphase des Ottomotors (20) eingespritzt wird.
25
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gesamte Kraftstoffmenge in der Kompressionsphase eingespritzt wird.
30
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zündwinkel (ZW) auf einen für die Mehrfacheinspritzung vorgegebenen niedrigeren zweiten Minimalwert zurückgenommen wird.
35

- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Erreichen des zweiten Minimalwertes die Einspritzung abgeschaltet und auf Schubbetrieb umgeschaltet wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Wiedereinsetzen des Normalbetriebs des Ottomotors (20) zunächst wenigstens eine Teilmenge des einzuspritzenden Kraftstoffs in der Kompressionsphase abgesetzt wird.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Aufbau des Drehmomentes der Zündwinkel in Richtung Frühzündung (f) verstellt wird.
- 20 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Erreichen des gewünschten Drehmomentes auf die Einspritzung in der Ansaugphase umgeschaltet wird.
- 25 10. Vorrichtung zur Steuerung des Übergangs zwischen dem Normalbetrieb und der Schubabschaltung und umgekehrt bei einem mit Kraftstoff-Direkteinspritzung betriebenen Ottomotor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Einrichtung zur Erfassung des Drehmomentes (DM) und des Zündwinkels (ZW), mit einer Verstelleinrichtung für die Zündung und der angesaugten Luftmasse, mit einer Steuereinrichtung für die Kraftstoffeinspritzung und mit einem Steuerprogramm, **dadurch gekennzeichnet**, dass das
30 Programm ausgebildet ist, den Zündwinkel (ZW) zurückzunehmen und anschließend in der Kompressionsphase des Ottomotors (20) den Kraftstoff einzuspritzen.
- 35 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kraftstoff in wenigstens zwei Teilmengen einspritzbar ist.

1/2

FIG 1

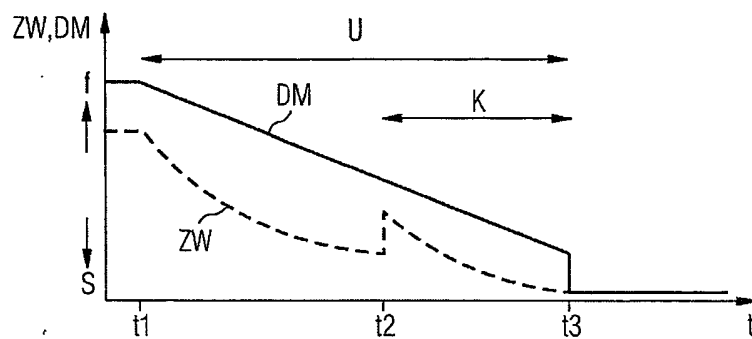
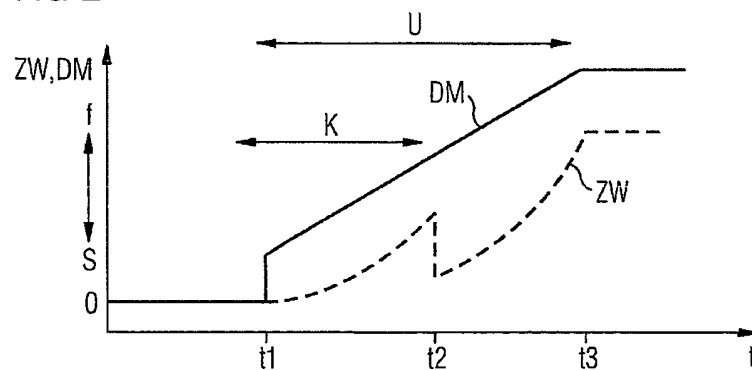


FIG 2



2/2

FIG 3

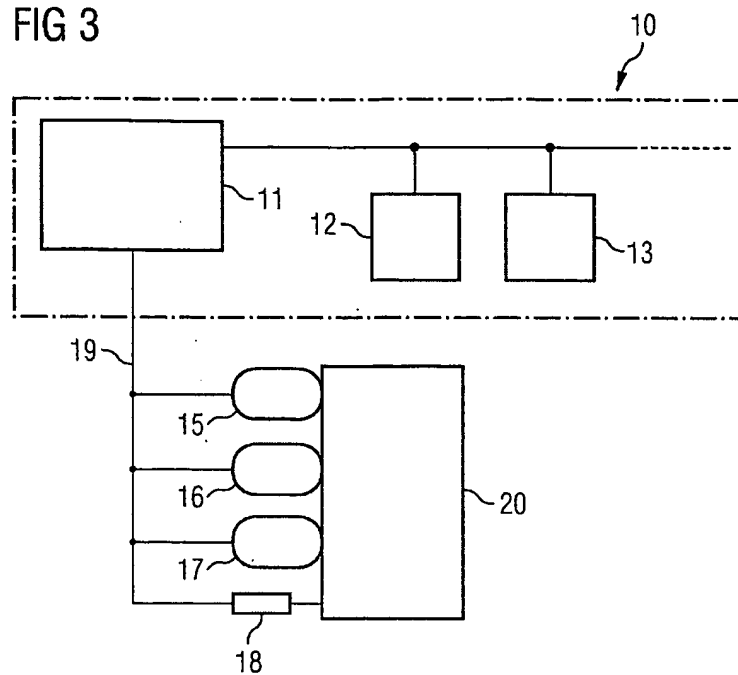
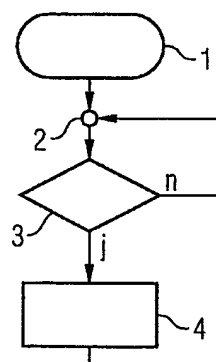


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/050572

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F02D41/30 F02D41/12 F02P5/15 F02D37/02 F02D41/40		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F02D F02P		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 101 54 974 A (VOLKSWAGENWERK AG) 15 May 2003 (2003-05-15) paragraphs '0010!', '0011! -----	1-11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 253 (M-1263), 9 June 1992 (1992-06-09) & JP 04 060148 A (FUJI HEAVY IND LTD), 26 February 1992 (1992-02-26) abstract -----	1,10
A	US 5 722 363 A (IIDA KAZUMASA ET AL) 3 March 1998 (1998-03-03) figures 11,12 column 18, line 40 - column 19, line 32 column 22, line 22 - line 39 ----- -/-	1,10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 13 August 2004		Date of mailing of the international search report 20/08/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Röttger, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/050572

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 143 (M-1574), 9 March 1994 (1994-03-09) & JP 05 321718 A (TOYOTA MOTOR CORP), 7 December 1993 (1993-12-07) abstract	1,10
A	US 6 345 499 B1 (ARAKI KEIJI ET AL) 12 February 2002 (2002-02-12) column 3, line 13 - line 22	1,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2004/050572

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10154974	A	15-05-2003	DE 10154974 A1	15-05-2003
JP 04060148	A	26-02-1992	NONE	
US 5722363	A	03-03-1998	DE 19680480 T0	05-06-1997
			WO 9636801 A1	21-11-1996
			JP 3243793 B2	07-01-2002
			JP 2001221088 A	17-08-2001
			SE 523281 C2	06-04-2004
			SE 9700097 A	14-03-1997
			KR 235152 B1	15-12-1999
JP 05321718	A	07-12-1993	NONE	
US 6345499	B1	12-02-2002	JP 3325230 B2	17-09-2002
			JP 2000045843 A	15-02-2000
			CN 1274407 T	22-11-2000
			DE 69914449 D1	04-03-2004
			DE 69914449 T2	22-07-2004
			EP 1019623 A1	19-07-2000
			WO 0008329 A1	17-02-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/050572

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F02D41/30 F02D41/12 F02P5/15 F02D37/02 F02D41/40		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F02D F02P		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 101 54 974 A (VOLKSWAGENWERK AG) 15. Mai 2003 (2003-05-15) Absätze '0010!', '0011! -----	1-11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 016, Nr. 253 (M-1263), 9. Juni 1992 (1992-06-09) & JP 04 060148 A (FUJI HEAVY IND LTD), 26. Februar 1992 (1992-02-26) Zusammenfassung -----	1,10
A	US 5 722 363 A (IIDA KAZUMASA ET AL) 3. März 1998 (1998-03-03) Abbildungen 11,12 Spalte 18, Zeile 40 - Spalte 19, Zeile 32 Spalte 22, Zeile 22 - Zeile 39 -----	1,10
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 13. August 2004		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 20/08/2004
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Röttger, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/050572

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 018, Nr. 143 (M-1574), 9. März 1994 (1994-03-09) & JP 05 321718 A (TOYOTA MOTOR CORP), 7. Dezember 1993 (1993-12-07) Zusammenfassung -----	1,10
A	US 6 345 499 B1 (ARAKI KEIJI ET AL) 12. Februar 2002 (2002-02-12) Spalte 3, Zeile 13 - Zeile 22 -----	1,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/050572

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10154974	A	15-05-2003	DE 10154974 A1	15-05-2003
JP 04060148	A	26-02-1992	KEINE	
US 5722363	A	03-03-1998	DE 19680480 T0	05-06-1997
			WO 9636801 A1	21-11-1996
			JP 3243793 B2	07-01-2002
			JP 2001221088 A	17-08-2001
			SE 523281 C2	06-04-2004
			SE 9700097 A	14-03-1997
			KR 235152 B1	15-12-1999
JP 05321718	A	07-12-1993	KEINE	
US 6345499	B1	12-02-2002	JP 3325230 B2	17-09-2002
			JP 2000045843 A	15-02-2000
			CN *1274407 T	22-11-2000
			DE 69914449 D1	04-03-2004
			DE 69914449 T2	22-07-2004
			EP 1019623 A1	19-07-2000
			WO 0008329 A1	17-02-2000

This Page Blank (uspto)